

ANTENAS MICROSTRIP DE ALTAS PRESTACIONES PARA Rx/Tx EN LA BANDA DE 3.5 GHz

Naima Amar Touhami⁽¹⁾, Beatriz Aja⁽¹⁾, Antonio Tazón⁽¹⁾, Eduardo Artal⁽¹⁾ y , Mohamed Boussouis⁽²⁾.

Nai_amar@dicom.unican.es, ajab@unican.es, antonio.tazon@unican.es, artale@unican.es, boussouis@menara.ma.

⁽¹⁾ Dpto. de Ingeniería de comunicaciones. Universidad de Cantabria. Avda. Los Castros S/N. 39005-Santander- España.

⁽²⁾ Dpt. de Física Facultad de Ciencias. Universidad Abdelmalek Essaadi. Tetuán - Marruecos.

Abstract- A 3.5 GHz planar antenna system has been developed for transceiver applications. Two types of antennas have been designed with 14 dB of gain and high isolation between transmission and reception ports. The antenna structure is based on two microstrip patch arrays, one of them for the transmitter the other one for the receiver. Each patch is excited by a slot antenna coupled to a microstrip line. Antenna manufacturing is based on a combination of different substrates for microstrip lines and radiation elements.

I. INTRODUCCIÓN

La creciente demanda de servicios interactivos, sobre todo los relacionados con voz, multimedia o entretenimiento y acceso a Internet, ha impulsado ciertos requerimientos de infraestructuras inalámbricas para usuarios móviles y fijos con una topografía no apta para servicios a través de cable. El concepto de “Triple Play” está asociado a la prestación de los servicios integrados de telefonía fija, vídeo bajo demanda e Internet a través de un único operador y sobre una infraestructura común de transmisión de datos, típicamente fija. Este tipo de aplicaciones están siendo actualmente un requisito imprescindible para competir en el mercado de las telecomunicaciones fijas, definiendo gran parte de las estrategias comerciales y tecnológicas.

Las antenas microstrip son muy utilizadas aplicaciones en dispositivos inalámbricos de pequeño tamaño, tales como teléfonos celulares, posicionadores GPS, aplicaciones militares y comunicaciones vía satélite. Para ello, la tecnología microstrip se presenta como una solución atractiva dado su bajo perfil, coste y sencillez de fabricación [1,2]. Una de las ventajas de las antenas microstrip es la facilidad con la que se pueden diseñar estructuras en array [3,4]. Así mismo, el gran desarrollo de este tipo de estructuras radiantes permite introducir sistemas de control electrónico y conformado de haz, debido a su excitación mediante líneas de transmisión, que pueden situarse en el mismo plano del radiador o en planos diferentes, como en el presente trabajo, cambiando la amplitud y la fase en cada radiador [5] o bien variando el tamaño de los parches [6].

En este trabajo se ha realizado el estudio de una antena Tx/Rx en la banda de 3.5 GHz con una ganancia de 14 dB y un aislamiento de -70 dB entre los accesos de transmisión y recepción. Para ello se han utilizado dos estructuras diferentes, una con sustrato de aire y la otra con un sustrato de baja constante dieléctrica (FoamClad® de Arlon). En ambos casos el sistema está basado en dos arrays de antenas microstrip, uno para la transmisión y el otro para la recepción. Cada array está excitado por ranuras y acoplado con líneas microstrip. En el caso de la estructura con

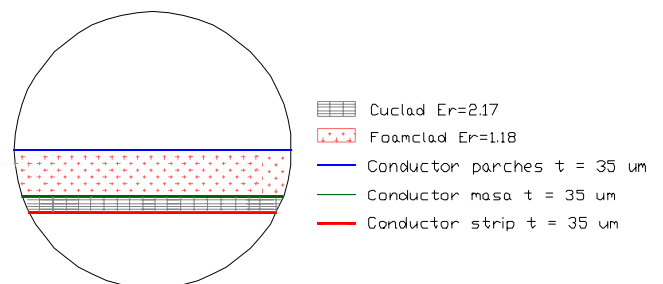
dieléctrico aire, tanto los parches como las líneas microstrip de excitación están diseñadas sobre Arlon 25N y con un radomo a base de FR4, mientras que en el caso del array con dieléctrico FoamClad se ha utilizado CuClad 217 ($h = 0.25$ mm). El objetivo es conseguir un sistema transmisor-receptor de bajo coste para aplicaciones “Triple Play”, a nivel de usuario, por esta razón se hace el estudio con dos estructuras diferentes.

II. SISTEMA TRANSMISOR/RECEPTOR: ESTRUCTURA I

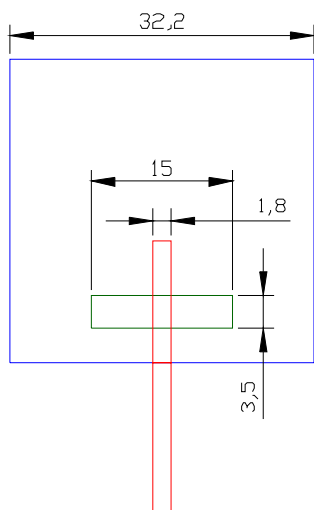
Esta primera estructura radiante plana está diseñada utilizando un sustrato de baja constante dieléctrica, en este caso FoamClad R/F 100, con metalización superior, donde están grabados los parches mientras que las líneas microstrip de excitación y combinación se han diseñado sobre CuClad 217.

A. Diseño de un elemento del array antena parche a la banda de frecuencia de 3.52GHz

La estructura de cada elemento del array puede observarse en la figura 1. Está diseñado a la frecuencia central de 3.52 GHz con un ancho de banda aproximado de 140 MHz (ver figura 2) y consta de un parche directamente grabado sobre la metalización del FoamClad, con constante dieléctrica 1.18 y espesor 2.59 mm. En la parte inferior del FoamClad se añade un plano de masa que lo forma la metalización superior de un sustrato (CuClad) de constante dieléctrica 2.17 y espesor 0.254 mm. Es en este plano donde se encuentran grabada la ranura o slot de excitación de la antena parche. En la parte inferior de este sustrato se encuentra la línea microstrip de alimentación de RF.



(a) Vista lateral



(b) Vista superior

Fig.1 Vista lateral y superior de la geometría de la antena parche.

En las figuras 2 y 3 se pueden observar las simulaciones electromagnéticas de adaptación y ganancia de la antena con el simulador Ensemble. La figura 2 no muestra una adaptación mejor que -10 dB en los 140 MHz de banda, mientras que en la figura 3 se observa que la ganancia oscila entre 8.4 dB al principio de la banda y un máximo de 9.1 dB en el centro de la misma. Esto quiere decir que el array de 4x4 parches debería presentar una ganancia teórica de 15 dB en el centro de la banda.

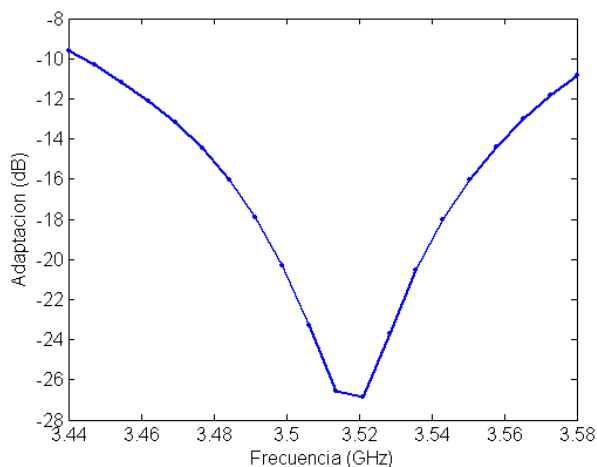


Fig.2 Simulación electromagnética de la adaptación de la antena parche.

B. Sistema transmisor receptor (Rx/Tx)

La figura 4a nos muestra una fotografía de la vista superior del sistema Rx/Tx centrado a la frecuencia de 3.52 GHz. Cabe destacar que este sistema está formado por dos antenas array de cuatro parches, una para transmisión y otra para recepción. También se observan los conectores SMA de los accesos de excitación.

En la figura 4b podemos observar el sistema de alimentación de los cuatro parches que consta de un combinador formado por tres divisores monolíticos de 3 dB y 50 Ohm (SCN-2-35 de Mini-Circuits), que alimentan a las cuatro líneas microstrip que forman la excitación de los parches a través de las ranuras. Para conseguir un mejor aislamiento entre los dos puertos de recepción y de transmisión se ha utilizado una excitación de tipo polarización cruzada (figura 4b)

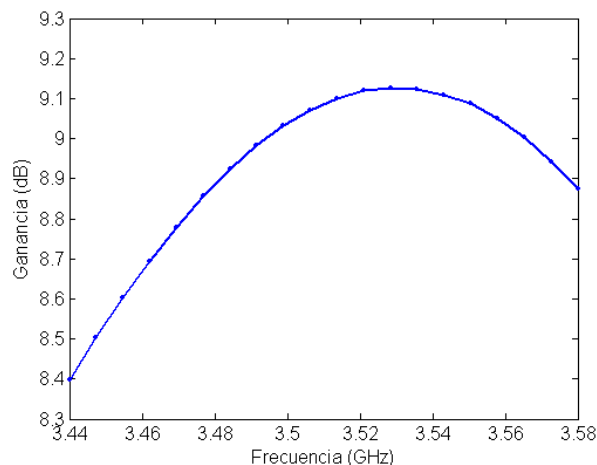
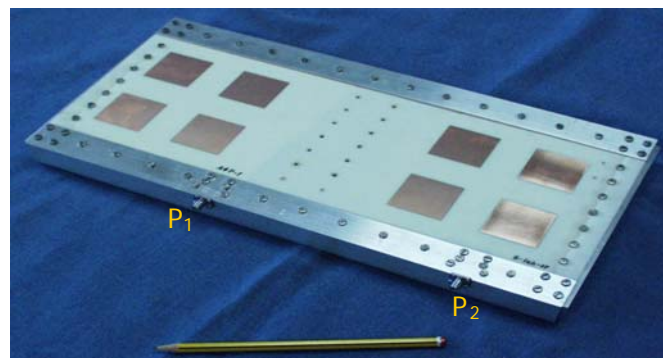
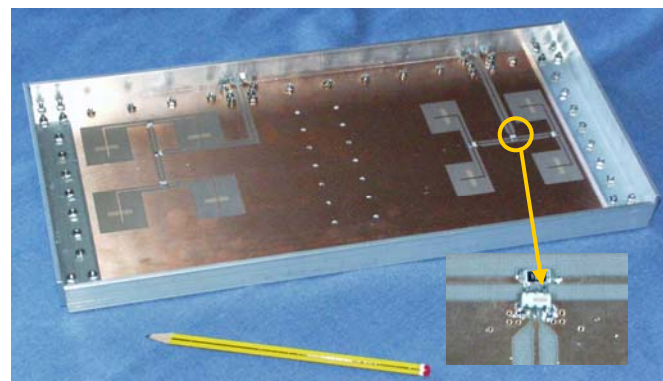


Fig.3 Simulación electromagnética de la ganancia de la antena parche.



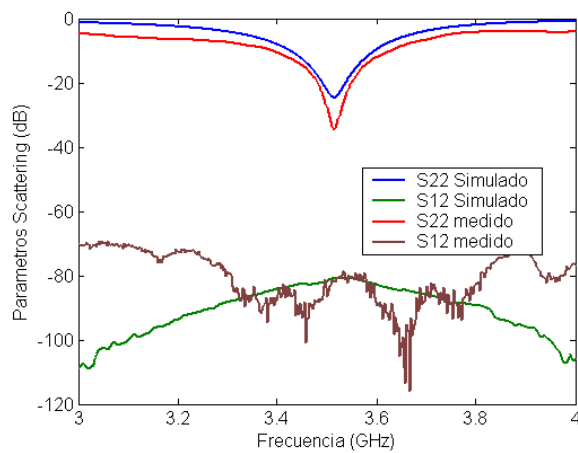
(a) Vista Superior



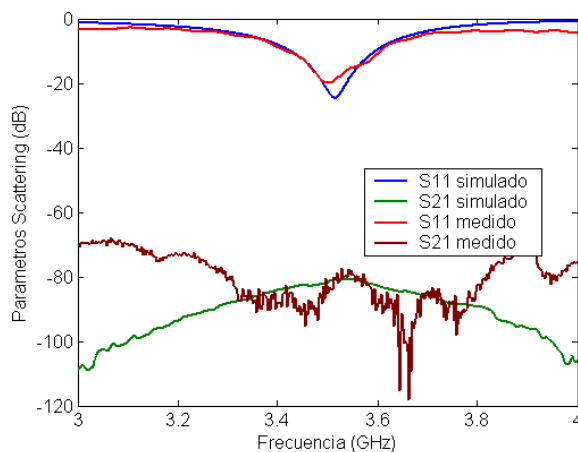
(b) Vista inferior

Fig.4 Fotografías de la antena transmisora-receptora.

Para medir los parámetros de Scattering del sistema se ha utilizado un banco de medida con un analizador de redes ZVB-4 Rohde/Schwarz, con la antena orientada hacia el espacio abierto para evitar cualquier tipo de reflexión. En la figura 5 se comparan las simulaciones electromagnéticas del sistema completo y las medidas del mismo en los puertos P1 y P2 (figura 4a). Podemos observar por un lado, el gran acuerdo que existe entre la caracterización experimental y la medida. Por otro lado, tanto en transmisión como en recepción, el sistema presenta en la banda de trabajo una adaptación mejor que -20 dB y un aislamiento alrededor de -80 dB.



(a) Transmisión



(b) Recepción

Fig.5 Simulación y medida de los parámetros Scattering del sistema

Para medir la ganancia del sistema hemos usado tres antenas. Una antena dipolo simple como transmisora, en recepción, una antena patrón Rohde&Schwarz HL050 (8.5 dB) y nuestra antena bajo prueba. La señal recibida por las dos antenas se ha medido y comparado con un analizador de espectros. En la tabla I se pueden comparar los resultados entre la ganancia simulada y la ganancia medida a la frecuencia central de 3.52 GHz tanto en el puerto de transmisión como el de recepción. Hay que resaltar que la ganancia medida es inferior a la simulada, esto es debido a que los divisores utilizados para unir las líneas de excitación de los parches presentan alrededor de 0.6 dB más de pérdidas con respecto a los 3 dB esperados, y que cada red de alimentación de cuatro parches utiliza tres divisores. Además hay que tener en cuenta las pérdidas propias de las líneas de transmisión.

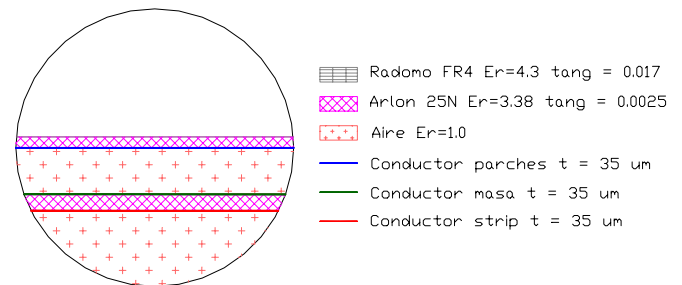
Tabla.1 Simulación y medida de la ganancia del sistema.

Puertos	Frecuencia (GHz)	Ganancia Simulada (dB)	Ganancia Medida (dB)
P1 (Recepción)	3.52	14.5	10.5
P2 (Transmisión)	3.52	14.5	12.12

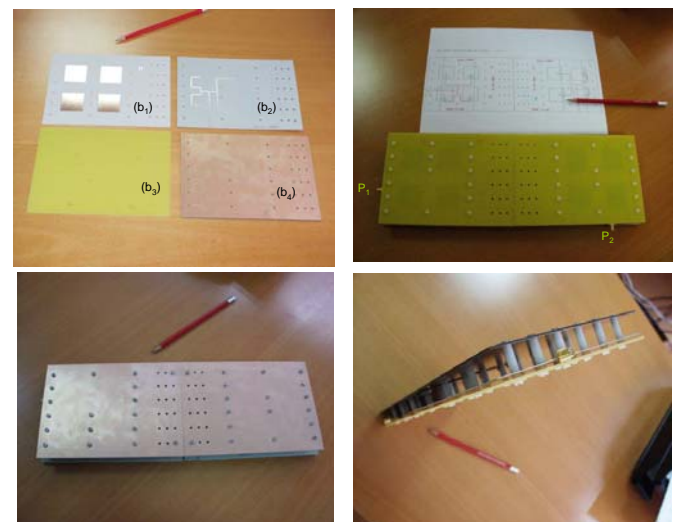
III. SISTEMA TRANSMISOR/RECEPTOR: ESTRUCTURA II

Para evitar las pérdidas que causan los divisores, así como abaratar los costes achacables al substrato de FoamClad y a la mecánica de construcción, en este segundo caso usamos una red de adaptación basada en un transformador $\lambda/4$ para unir las líneas de excitación de los cuatro parches. Esta red es equivalente a un

divisor de potencia por cuatro, adaptado con líneas de transmisión de 50 Ohms. La figura 6a muestra una vista lateral del sistema Rx/Tx, el substrato soporte usado es el Arlon 25N de constante dieléctrica de 3.38 y de espesor de 0.76mm, con 2.2 mm de espesor de aire. Se puede apreciar también que en este caso se ha incluido un radomo de fibra de vidrio para proteger la parte superior. En la figura 6b se muestran cuatro vistas del sistema desarrollado donde se pueden apreciar los detalles de los parches, el sistema de excitación así como la antena en su conjunto. Los parches están grabados en el substrato superior del sistema radiante, bajo el radomo, las líneas de alimentación en el substrato inferior y las ranuras están grabadas en el plano de masa.



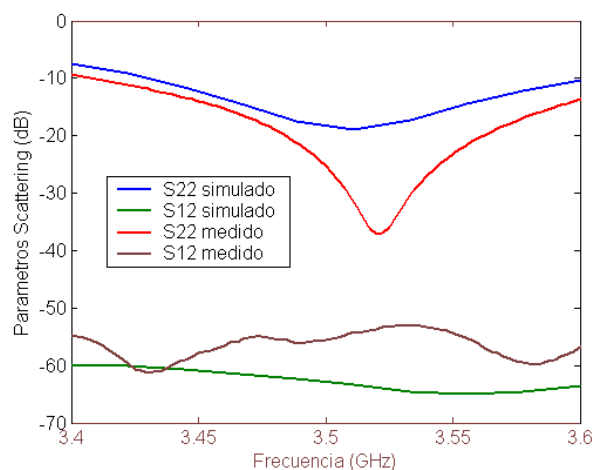
(a) vista lateral



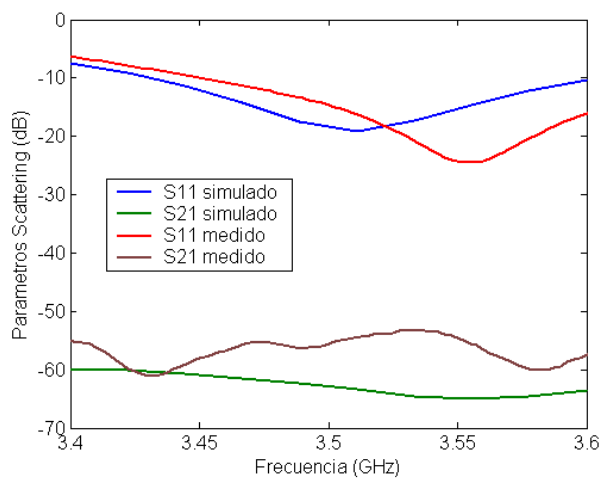
(b) Capas de la antena y vistas desde diferentes lados

Fig.6 Sistema transmisor/receptor con Arlon 25N y Aire

La figura 7 muestra la comparación entre la medida y la simulación electromagnética de la antena. Se puede apreciar que en los dos casos la antena tiene una adaptación de 15dB en la banda de trabajo y un aislamiento alrededor de 55 dB, que es inferior al valor de 70 dB deseado. Este resultado es previsible debido a que el substrato de aire tiene menor constante dieléctrica. Para mejorar este aislamiento se ha utilizado una pared metálica para separar Tx de Rx como se muestra en la figura 8.



(a) Transmisión

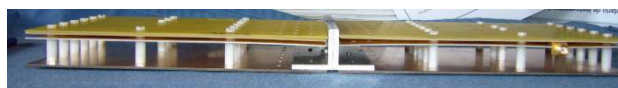


(b)Recepción

Fig.7 Simulación y medida de los parámetros scattering del sistema.



(a) Vista superior



(b) Vista lateral

Fig.8 Sistema transmisor receptor con pared metálica.

La figura 9 muestra los resultados experimentales obtenidos usando la pared metálica. Se puede ver que el aislamiento ha mejorado 25 dB en la banda del trabajo, con lo que cumple las especificaciones impuestas al sistema.

Para medir la ganancia del sistema, en este segundo caso se ha utilizado el mismo proceso que en el caso anterior (tres antenas). La tabla 2 muestra la comparación entre la simulación y la medida de la ganancia del sistema radiante en los puertos de transmisión y de recepción, a la frecuencia central de 3.52 GHz. Se puede ver la gran similitud entre los dos resultados.

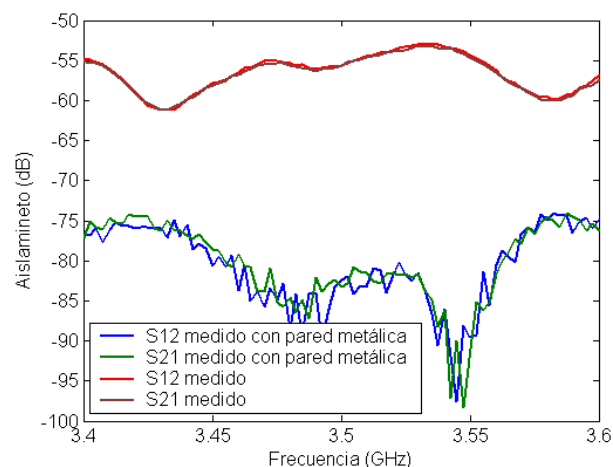


Fig.9 Medida del aislamiento de la antenna con y sin pared metálica

Tabla.2 Simulación y medida de la ganancia del sistema

Puertos	Frecuencia (GHz)	Ganancia Simulada (dB)	Ganancia Medida (dB)
P1 (Recepción)	3.52	13.58	14
P2 (Transmisión)	3.52	13.58	13.6

IV. CONCLUSIONES

En este trabajo se ha realizado el estudio de una antena Transmisora/Receptora (Tx/Rx) en la banda de 3.52 GHz con especificaciones de ganancia de 14 dB y aislamiento entre Tx y Rx de -70 dB. Se han utilizado dos estructuras diferentes, una con sustrato aire y otra con sustrato de baja constante dieléctrica (FoamClad). En este segundo caso se ha utilizado un sistema de alimentación con divisores en chip, lo que se ha traducido en una pérdida de ganancia pero con un gran aislamiento. Sin embargo en el sistema con dieléctrico aire, la excitación de los parches se ha realizado mediante el diseño de un divisor por cuatro basado en una línea $\lambda/4$ y líneas de acceso de 50 Ohm. Se ha conseguido una ganancia cercana a la teórica aunque debido a la falta de aislamiento ha habido que introducir una pared metálica entre Tx y Rx.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen el Ministerio de Industria, Comercio y Turismo (PROFIT) - FIT-330220-2006-75 y al Ministerio (MEC) a través TEC2005-07985-C03-01/TCM, al Ministerio (MAEC) - PCI-A/7411/06. Naima Amar Touhami agradece a la AEIC la ayuda recibida para poder llevar a cabo este trabajo.

REFERENCIAS

- [1] D. M. Pozar and D. H. Schaubert, "Microstrip Antennas: The Analysis and Design of Microstrip Antennas and Arrays," IEEE. Press New York, 1995.
- [2] D. Yoharaaj, R. S. Azmir and A. Ismail, "A New Approach for Bandwidth Enhancement Technique in Microstrip Antenna for Wireless Applications," International RF and Microwave Conference, RFM06, Putrajaya, Malaysia, 12-14 Sept. 2006.
- [3] D. M. Pozar, "Microstrip Antennas," Proceeding of the IEEE, Vol. 80 No. 1, January 1992.
- [4] J. Huang, "Capabilities of Printed Reflectarray Antennas", 1996 IEEE International Symposium on Phased Array Systems and Technology, pp. 131-134, Oct. 1996.
- [5] L. Cabria, J. A. García, A. Tazón, J. Vassallo, "Active reflectarray with beamsteering capabilities", Microwave and Optical Technology Letters, 2005, Vol. 48, pp. 101 - 105.
- [6] D. M. Pozar and T. A. Metzler, "Analysis of a Reflectarray Antenna Using Microstrip Patches of Variable Size," Electronic Letters, vol. 29, pp. 657-658, April 1993.